

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-174302

(43)Date of publication of application : 05.07.1990

(51)Int.Cl.

H01Q 3/26

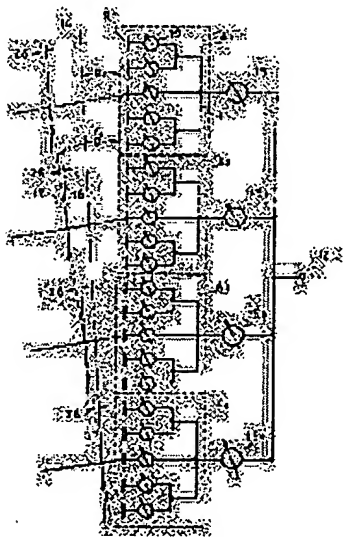
(21)Application number : 63-328645

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &
TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 26.12.1988

(72)Inventor : YAMADA YOSHIFUSA
KIJIMA MAKOTO

(54) TILT ANTENNA



(57)Abstract:

PURPOSE: To apply the antenna to an antenna for mobile communication base station provided with a radiation characteristic over a wide angular range without deteriorating the low side lobe characteristic by grouping radiation elements of a tilt antenna and giving a phase change for each group.

CONSTITUTION: Radiation elements 41-44 for a conventional tilt antenna are grouped, the feeding amplitude and phase are adjusted for each group to realize the low side lobe characteristic of the tilt antenna. In this case, in order to satisfy the low side lobe characteristic, the relation among number M of radiation elements in one group, a beam tilt angle θ_T , radiation element interval (s) and a wavelength λ is selected so as to be $\theta_T \leq \sin^{-1}(\lambda/Ms)$ is satisfied thereby satisfying the low side lobe characteristic requested for the antenna for mobile communication base station. Thus,

number of cables to be replaced for the tilt antenna is decreased, the antenna feeding section is simplified and the simple handling is attained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平2-174302

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)7月5日

H 01 Q 3/26

Z

7402-5J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 チルトアンテナ

⑯ 特 願 昭63-328645

⑰ 出 願 昭63(1988)12月26日

⑱ 発 明 者 山 田 吉 英 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 発 明 者 木 島 誠 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉑ 代 理 人 弁理士 井出 直孝

明 細 書

1. 発明の名称

チルトアンテナ

2. 特許請求の範囲

1. 複数の放射素子が一定間隔で垂直面内に一直線状に配列されたアレイ構造であり、

このアレイ構造の放射サイドローブレベルが十分低くなるように各放射素子の振幅および位相を調整する手段を備え、

アレイアンテナの放射特性の主ビーム方向が水平面下の特定の角度範囲にわたり可変に制御されるチルトアンテナにおいて、

上記複数の各放射素子を複数のグループに分割し、このグループ単位毎に上記各放射素子の位相を変化させる位相制御手段を備え、

与えられた波長を λ 、上記主ビームの水平面下の特定の角度範囲を θ_r 、各放射素子間の間隔を s 、一つのグループを構成する放射素子数を M と

するとき、

$$\theta_r \leq \sin^{-1}(\lambda/Ms)$$

となるようにグループ内の放射素子数が選定されたことを特徴とするチルトアンテナ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、移動通信用の基地局用のアンテナとして適するアレイアンテナで、複数の放射素子を垂直面内に一定間隔で配列して、各放射素子の励振振幅および位相を調整して、アンテナの主ビーム方向を水平面下の特定の角度範囲に制御するチルトアンテナに関する。特に、複数の放射素子をグループ単位にして、グループごとに放射素子への給電位相を制御して他の基地局サービスゾーンとの干渉を少なくした低サイドローブ特性のチルトアンテナに関する。

〔従来の技術〕

第6図は、従来の移動無線、特に自動車電話に利用される移動通信用基地局アンテナのビームチ

ルトの説明図で、その基地局アンテナの使用される状態を示している。

第6図で、符号1は一つの基地局3がもつサービスゾーンを示す。符号2は離れた位置にある基地局3のサービスゾーンを示している。符号4は基地局アンテナであり、基地局屋上あるいは鉄塔上に鉛直方向に設置されている。破線5は、水平方向を示しアンテナの放射特性を示す角度 θ の基線としている。破線6は、この基地局アンテナ4からサービスゾーン1あるいは2の外縁を見込んだ角度を示し、基地局アンテナ4で必要とされるビームチルト角 θ_1 に相当する。そして、符号8のビームはこの基地局アンテナ4の主ビームを示している。また第6図で一点鎖線7で示される方向は、同一周波数を使用しているサービスゾーンへの干渉波方向を示しており、水平方向からの角度は θ_2 で与えられる。

移動通信用基地局アンテナとして要求される機能は、自基地局のサービスゾーン内では所要の電界レベルを実現しつつ、他基地局のサービスゾ

ンへの電波干渉を生じないようにすることである。この要求を満たすため、移動通信用基地局アンテナの指向特性を第6図に示すように主ビームを水平面下に傾け、放射電波を自局サービスゾーンに有効に閉じ込めるようにしている。これをビームチルトという。また、第6図で θ_1 に示す角度領域にあるサイドローブのレベルを十分低くすることにより、他局サービスゾーンへの電波干渉を低減するようにしている。

このような指向特性を実現するため、移動通信基地局アンテナとして、従来は第7図に示す構成のビームチルト特性のアレイアンテナが使用されている。

このアンテナ4は、垂直面内に一定間隔で配置された複数の放射素子9と、この各放射素子の給電位相を決定する複数の位相器10と、この各放射素子の給電振幅を決定する電力分配回路11とを備えたものであり、符号12は、このアンテナの給電点を示す。

また、第7図において、符号13の実線は、各放

射素子からの放射波の主ビーム方向を示し、符号14の一点鎖線で示される面は、放射波の波面を示すものである。

この従来のアレイアンテナの作用について説明する。

まず、アンテナ4の主ビームを水平面下にビームチルト角 θ_1 方向に向けるため、位相器10をそれぞれ調整して、放射波の波面を鉛直線に対してビームチルト角 θ_1 だけ傾けて設定する。

さらに、低サイドローブ特性は、位相器10および電力分配回路11の調整により実現する。

例えば放射素子9が20個で、その各放射素子間隔を0.8波長間隔に配置したアレイアンテナでは、第8図に示す給電振幅および位相をビームチルト角 θ_1 方向の位相量に重畳すれば、第9図に示される放射特性を実現することができる。なお、第9図での放射最大利得は14.5dBである。ここで、第9図の放射角度 θ は、ビームチルト角 θ_1 方向からの変化量を示している。第9図で放射角度 θ のプラス符号方向が自基地局のサービスゾーン内

に当り、マイナス符号の方向が干渉ゾーン方向に対応する。上述の給電振幅および位相の調整により、第9図に示すように、干渉ゾーン方向のサイドローブレベルを-30dB程度まで低減でき、同一周波数を使用するサービスゾーンを近接することが可能となる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

この従来のチルトアンテナでは、ビームチルト角 θ_1 を変化させる方法として、給電位相調整を簡便なものとするため、各位相量に応じた必要な長さのケーブルを用意して、これを取り替える方法で行われている。

しかし、基地局の高さの種々の変化に応じてビームチルト角 θ_1 を変化させるためには、位相器10のケーブルのすべてを取り替える必要があり、放射素子9の数が多くなると、この作業が甚だ煩雑であるばかりでなく、アンテナの価格の上昇につながる欠点があった。

本発明は、上述の欠点に鑑み、チルトアンテナの取替ケーブル数を減少させて、アンテナの給電

部を簡素化してアンテナ価格を低減し取り扱いを簡易化することができるチルトアンテナを提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明は、複数の放射素子が一定間隔で垂直面内に一直線状に配列されたアレイ構造であり、このアレイ構造の放射サイドローブレベルが十分低くなるように各放射素子の振幅および位相を調整する手段を備え、アレイアンテナの放射特性の主ビーム方向が水平面下の特定の角度範囲にわたり可変に制御されるチルトアンテナにおいて、

上記複数の各放射素子を複数のグループに分割し、このグループ単位毎に上記各放射素子の位相を変化させる位相制御手段を備え、与えられた波長を λ 、上記主ビームの水平面下の特定の角度範囲を θ_r 、各放射素子間の間隔を s 、一つのグループを構成する放射素子数を M とすると、

$$\theta_r \leq \sin^{-1}(\lambda/Ms)$$

となるようにグループ内の放射素子数が選定されたことを特徴とする。

本発明のチルトアンテナを構成する放射素子、この放射素子の振幅および位相を調整する手段およびグループ単位で位相を制御する手段は、すべて双方向性であって、本発明のチルトアンテナは送受信双方に使用することができる。

(作用)

本発明は、従来のチルトアンテナの各放射素子をグループ化し、グループ毎にその給電振幅および位相を調整して、チルトアンテナの低サイドローブ特性を実現する。

この際低サイドローブ特性を満たすために、一つのグループ内の放射素子数 M と、ビームチルト角 θ_r 、放射素子間隔 s 、波長 λ との関係を

$$\theta_r \leq \sin^{-1}(\lambda/Ms)$$

となるように選定して、移動通信用基地局アンテナに要求される低サイドローブ特性を満たすようにしている。

(実施例)

以下、図面を参照して本発明実施例を説明する。

第1図は本発明一実施例のチルトアンテナの構

成を示す図である。

本実施例のチルトアンテナは、複数の放射素子9と、各放射素子9の給電位相を決定する位相器10と、各放射素子9の給電振幅を決定する電力分配回路11とを備え、この各放射素子9、各位相器10、電力分配回路11の幾つかをグループとしてまとめ、このグループ化されたアンテナ4、～4、の各放射素子の位相をまとめて調整する位相器15、～15、とを備え、この位相器15、～15、に給電点12から給電される構成となっている。

この第1図に示すチルトアンテナでは、各グループ毎の放射素子9の位相を調整する位相器15により主ビーム方向を角度 θ'_r に向けた状態に調整できる。破線17に示す面は、角度 θ'_r に応じた波面を示し、実線16で示される面が実際に実現される波面を示す。このように、各放射素子9をグループ化して給電する方式では、第1図に示すように、主ビーム角 θ'_r と実際の放射波面との間に 2θ の位相誤差が存在する。

この位相誤差 2θ の存在により、低サイドロー

ブ特性が劣化されることが考えられるが、本発明では、この劣化特性を定量化し、ビームチルト角 θ_r 、1グループ内の放射素子数 M 、放射素子間隔 s 、波長 λ とを一定の関係とすることにより、低サイドローブ特性の劣化を防止している。

まず、第2図(a)ないし(d)に、放射素子をグループ化した場合のアンテナ特性におけるサイドローブ劣化の計算結果を示す。

このアンテナ特性の計算では、ビームチルト角 θ_r の可変範囲を 5° ないし 12° と想定し、ビームチルト角 9° 方向で全放射素子9の位相が揃うように、各放射素子9の位相が調整されているものとする。すなわち、ビームチルト角 9° 以外のビームチルト角においては、第1図に示したグループ化に伴う 2θ の位相誤差が存在する。

第2図は、ビームチルト角 θ'_r が 11° の場合に、各グループに含まれる放射素子9の数 M を変えた場合の放射特性の変化の様子を示すものである。放射素子9の数は20とし、素子間隔を0.8波長として、アンテナの放射特性を計算した。

なお、各グループ内の放射素子数 M は、20の約数である離散的な数値となり、このアンテナの放射特性で注目すべき角度領域は、主ビームから水平面 0° の近傍までの角度範囲であり、そのサイドローブレベルの劣化度を大きくすることある。

第2図(a)は、放射素子を2分割して、各グループの放射素子数 M を10とした場合、第2図(b)は、 M を5とした場合、第2図(c)は、 M を4とした場合、第2図(d)は M を2とした場合である。

この第2図(a)ないし(d)に示されるアンテナのサイドローブ特性で顕著な事項は、各図の矢印に示す位置でローブが突出することであり、またそのローブの突出する位置は、グループ内の放射素子数 M が大きくなるにしたがって主ビームに近づくことである。

すなわち、第2図(a)に示すように $M=10$ では、ほぼ主ビームに隣接する位置に突出したローブが存在することとなり、他の基地局のサービスゾーンとの干渉角度範囲でのサイドローブ特性を著しく劣化させる。ところが、第2図(b)のように $M=$

5とすると、突出したローブは干渉角度範囲の外に存在しゾーン構成上の問題は無くなる。一方、主ビームと突出したローブに挟まれた角度領域でのサイドローブレベルは、若干劣化するものの約-25dB程度のレベルを維持しており、実用上は十分低いレベルとなっている。

次に、上述の第2図(a)ないし(d)に示した結果から、放射素子 9 をグループ化した場合の低サイドローブ特性を維持しつつ大きなチルト角を実現するための、ビームチルト角 θ_r 、グループ内の素子数 M の関係を求める。

まず、第2図に示したサイドローブの生成原因を検討するため、アレイアンテナの放射特性計算の座標を第3図のように定義する。アンテナの長さを L とし、各放射素子間隔を s とし、全放射素子数を n とする。このとき、アンテナの放射強度を $\Psi(\theta)$ とすると、全放射素子の給電振幅および位相が全放射素子にわたり同一とした場合、次の表示式で表すことができる。

$$\Psi(\theta) = \frac{\sin^2 \left[(n\pi s \cdot \sin \theta) / \lambda \right]}{n^2 \cdot \left[(\pi s \cdot \sin \theta) / \lambda \right]^2} \quad \text{.....(1)}$$

ここで、 λ は波長を示す。

この(1)式の分子の値の変化の周期については、 $(n\pi s \cdot \sin \theta) / \lambda = \pi$ を満足する θ の角度間隔で与えられ、第2図の各ローブに相当する細かな放射特性変化を表す。一方、(1)式の分母の周期は、 $(\pi s \cdot \sin \theta) / \lambda = \pi$ を満足する角度間隔 θ_p であるから、

$$\theta_p = \sin^{-1}(\lambda / s) \quad \text{.....(2)}$$

となる。これは(1)式の分子の n 倍となる。今、アレイアンテナで良く選定されるように、 $s = \lambda$ とすると、 $\theta_p = 90^\circ$ となる。また、 $s = 2\lambda$ とすると、 $\theta_p = 30^\circ$ となり、第2図に示した突出ローブ角度に近い値を示すようになる。

アレイアンテナの放射素子 9 を M 個の放射素子単位でグループに分割して給電した場合の放射特性は、アレイアンテナの指向性の積の原理から、 M 個の放射素子アンテナの放射特性と(1)式で s を $M s$ と置き換えた指向性との積で表される。この

場合の(2)式に相当する成分の周期は、やはり(2)式の s を $M s$ と置き換えて次の(3)式で求められる。

$$\theta_p = \sin^{-1}(\lambda / M s) \quad \text{.....(3)}$$

第4図には、 s をパラメータとして、 M と θ_p との関係を(3)式により計算した結果を示す。この第8図の図中の丸印は、第2図(a)ないし(d)の突出ローブ位置である。この(3)式の表示式の特徴は、 θ_p がアンテナの全長とは無関係に単にグループ化した放射素子数のみで決定されることである。

ビームチルト角の最大値 θ_r が与えられた場合の設計法としては、 θ_p が θ_r 以上となるように位置させる必要があり、次の条件式を満たす必要がある。

$$\theta_r \leq \sin^{-1}(\lambda / M s) \quad \text{.....(4)}$$

グループを構成する放射素子数 M としては、(4)式で最大の値を採用すれば、ビームチルトのための可変部品数を最小にできる。例えば第4図において、 $\theta_r = 14^\circ$ 、 $s = 0.8 \lambda$ の場合、(4)式より M の最大値を求めると $M = 5$ となる。

さらに、第5図に、ビームチルト角を種々に変

化させた場合の、水平面下のサイドローブレベルとアンテナ利得の変化の様子を表す。給電分割数を4グループとし、各グループ内の放射素子数を5とした場合まで少なくとも、ビームチルト角が 5° ないし 12° の範囲で、 -12dB 以下のサイドローブ特性が得られることがわかる。また、アンテナ利得の変化幅も、 1.5 dB 以下で問題とならない値となっている。

なお、上記実施例では、放射素子9、位相器10、電力分配回路11、位相器15、給電点12について、その動作で放射あるいは給電という言葉を使用した。これらのチルトアンテナ構成素子はすべて双方向性のある素子であり、本発明のチルトアンテナは送信のみでなく、受信にも使用されるものである。

〔発明の効果〕

以上述べたように、本発明は、チルトアンテナの放射素子をグループに分割して、グループ毎に位相変化を与えるようにすることにより、低サイドローブ特性を劣化させることなく、広い角度範

囲の放射特性を備えた移動通信基地局用アンテナに適するチルトアンテナを実現できる。

このチルトアンテナの構造は、ビームチルト角変化を実施するための給電ケーブル等の取替部品を減少できるため、構成を簡素化してアンテナを経済化することができ、また位相調整工数を減少でき取扱の簡易化を図ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明一実施例のチルトアンテナの構成を示す図。

第2図は放射素子をグループ化したときの放射特性の変化を示す。

第3図は本実施例での放射特性計算のためのアンテナの座標系を示す図。

第4図はグループ化された放射素子数と突出ローブ位置との関係を示す図。

第5図はビームチルト角を変化させた場合のサイドローブおよびアンテナの利得の変化の様子を示す図。

第6図は移動通信基地局におけるビームチルトの説明図。

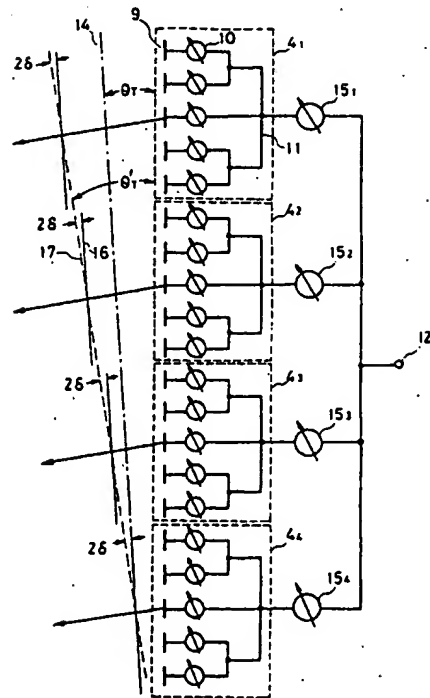
第7図は従来例チルトアンテナの構成を示す図。

第8図は従来例チルトアンテナの給電振幅および位相の調整例。

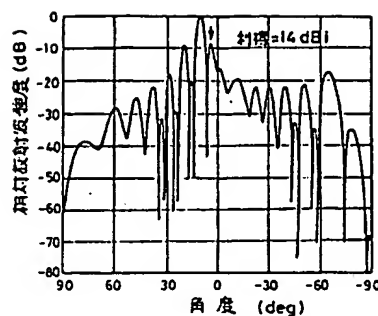
第9図は従来例の低サイドローブアンテナの放射特性を示す図。

1、2…サービスゾーン、3…無線基地局、4…アンテナ、5…水平方向を示す線、6…ビームチルト角度を示す線、7…同一周波数を使用しているサービスゾーンへの干渉方向を示す図。8…主ビーム、9…放射素子、10、15…位相器、11…電力分配回路、12…アンテナの給電点、13…アンテナからの放射波、14、16…放射波の波面。

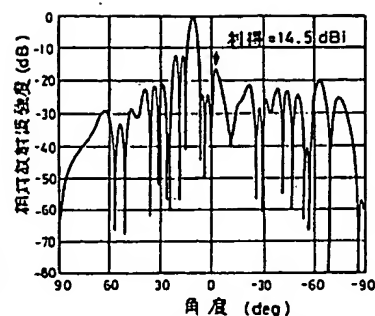
特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 井出直孝



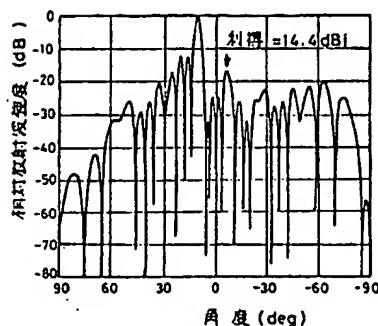
実施例
第1図



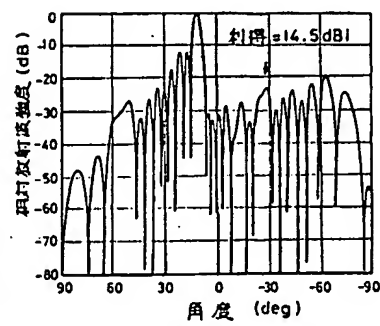
(a) 2分割の場合 (M=10)



(b) 4分割の場合 (M=5)

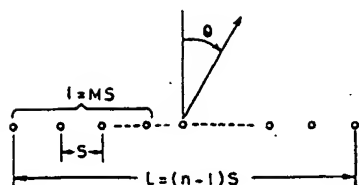


(c) 5分割の場合 (M=4)

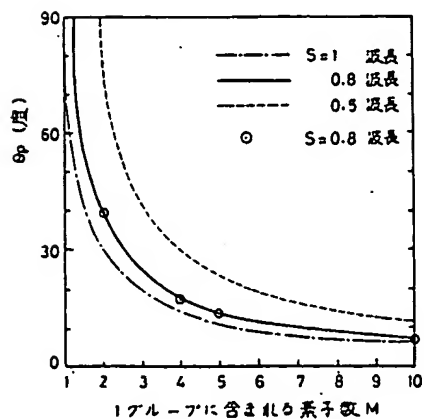


(d) 10分割の場合 (M=2)

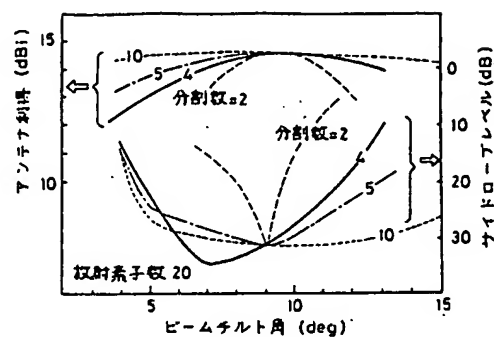
第 2 図



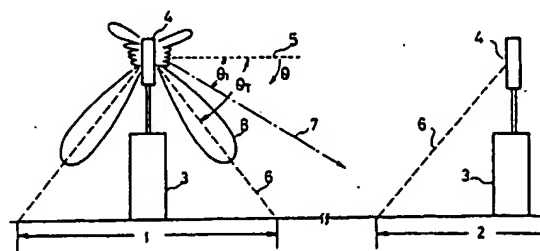
第 3 図



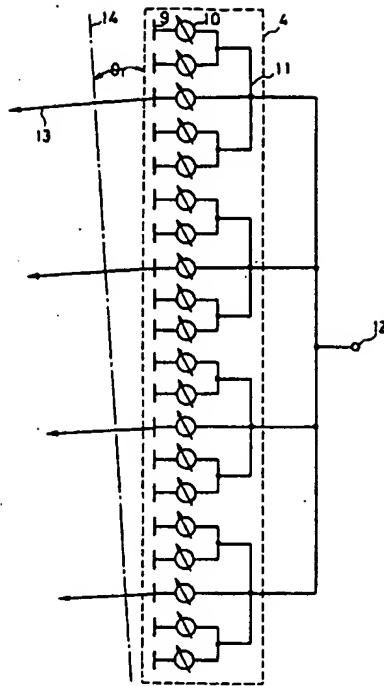
第 4 図



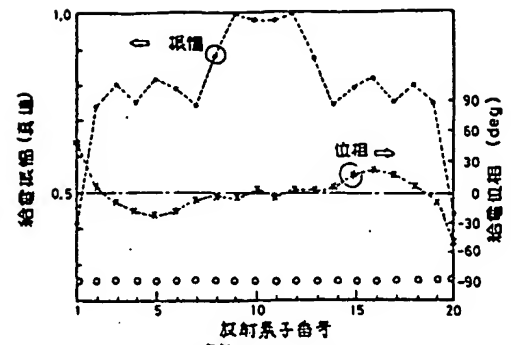
第 5 図



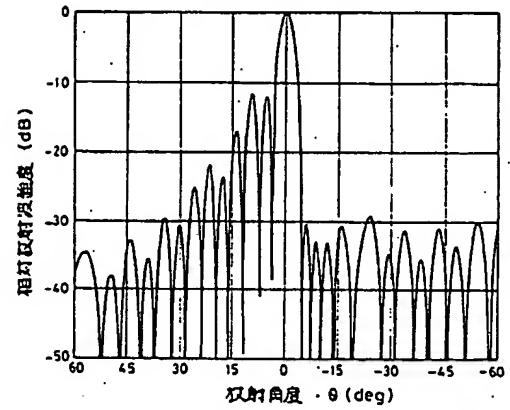
ビームチルト説明図
第 6 図



従来例
第 7 図



第 8 図



第 9 図